T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

YENİLENEBİLİR ENERJİ TEKNOLOJİLERİ

KONSTRÜKSİYONU HAZIRLAMA

Ankara, 2015

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR iii
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ–1 3
1. METAL TAŞIYICI SİSTEMİN (KONSTRÜKSİYON) TEMEL BETONUNU KONTROL ETME 3
1.1. Ankraj Millerinin Uzunluklarını Ölçme 3
1.2. Beton ve Ankraj Millerinin Terazisini Ölçme 5
1.3. Işınım Açısını Belirleme 6
1.4. Beton ile güney yönünün 90 derecede olup olmadığına bakma 7
UYGULAMA FAALİYET 9
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 12
ÖĞRENME FAALİYETİ–2 13
2. İSTASYON TOPRAKLAMA BAĞLANTILARINI YAPMA 13
2.1. Metal Taşıyıcı Sistemin Ayakları ile Bırakılan Topraklama Uçlarını Birleştirme 13
2.2. Güneş Panellerinin Topraklamalarını Birbirine Bağlama 15
2.3. Gruplandırılmış Topraklama Ünitesini Saha Topraklamasına Bağlama 18
UYGULAMA FAALİYETİ 19
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 21
ÖĞRENME FAALİYETİ–3 22
3. PANEL İSKELESİNİN VE MONTAJININ YAPILMASI 22
3.1. Metal İmalatı ve Kaynak İşleri 22
3.2. Çalışma Ortamının Düzenlenmesi 22
3.3. Metal İskeletin Yönünü Tespit Etme 23
3.4. Metal Bileşenlerin Uygun Malzemeler ile Birleştirilmesini Sağlama 24
UYGULAMA FAALİYETİ 27
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 31
ÖĞRENME FAALİYETİ–4 32
4. PANELLERİ İSKELETE MONTE ETME 32
4.1. Panelleri Profil Üzerine Serme 32
4.2. Bağlayıcılar ile Panelleri Sabitleme 33
4.3. Sonlandırıcı ile Panelleri Sabitleme 35
4.4. Elektrik Projesine Göre Panellerin Geçiş Bağlantılarını Yapma 35
UYGULAMA FAALİYETİ 38
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 40
MODÜL DEĞERLENDİRME 41
CEVAP ANAHTARLARI 43
KAYNAKÇA 45

AÇIKLAMALAR

ALAN	**Yenilenebilir Enerji Teknolojileri**
DAL/MESLEK	**Güneş Enerji Sistemleri**
MODÜLÜN ADI	**Konstrüksiyonu Hazırlama**
MODÜLÜN TANIMI	Güneş enerji sistemlerinin kurulumunda kullanılan konstrüksiyonun hazırlanması ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Bu modülün ön koşulu yoktur.
YETERLİK	Konstrüksiyonu hazırlamak.
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Güneş enerjisi sistemleri atölyesi ortamı sağlandığında, konstrüksiyonu hazırlama işlemlerini uygulamalı olarak gerçekleştirebileceksiniz. **Amaçlar** **1.** Metal taşıyıcı sistemin (Konstrüksiyon) temel betonunu kontrol edebileceksiniz. **2.** İstasyon topraklama bağlantılarını yapabileceksiniz. **3.** Panel iskelesinin ve montajının yapılmasına nezaret edebileceksiniz. **4.** Panelleri iskelete monte edebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam:** Güneş enerji sistemleri atölyesi, işletme ortamı. **Donanım:** Projeksiyon, bilgisayar, ölçü aletleri, topraklama direnci ölçü aleti, topraklama ekipmanları, fonksiyonlu hesap makinesi, panel iskelet bağlantı ekipmanları, panel topraklama bağlantı ekipmanları, topraklama kablosu, su terazisi, şerit metre, panel metal taşıyıcı sistemi, güneş panelleri
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülün içinde yer alan, her faaliyetten sonra verilen ölçme araçları ile kazandığınız bilgileri ölçerek kendi kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modülün sonunda, ölçme aracı (test, çoktan seçmeli, doğru-yanlış, vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisinin üretilmesi ve kullanılması ekolojik çevrenin korunması ve artan enerji ihtiyacımızı yerel kaynaklarla karşılamak için her geçen gün artmaktadır. Yeryüzünde bulunan fosil yakıt kaynaklarının tükenmeye yüz tutması ve çevreye verdikleri zararlar da göz önüne alındığında, güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretilmesi büyük bir önem kazanmaktadır. Güneş santrali için belirlenmiş alanda güneş pillerinden meydana getirilmiş güneş panellerinin üretmiş olduğu elektriği kullanılacak ve şebekeye aktarılacak noktaya taşımak için kendi aralarında elektriksel bağlantılar yapılmaktadır. Arzu edilen büyüklükteki bir elektriksel gücü elde etmek için santralde kullanılan güneş panelleri kendi aralarından seri ve paralel bağlantı yapılmaktadır. Solar kablolarla yapılan bağlantılar tamamlandığında artık güneş panellerini işletmeye alma aşamasına gelinmiş demektir. Rüzgâr, yağmur, kar, yıldırım düşmesi ve benzeri çevresel etkiler dikkate alınarak güneş panel montajlarının yapılması ve topraklama ve koruma önlemlerinin alınması uzun ömürlü ve verimli elektrik enerjisi üreten ve ihtiyaca en uygun şekilde cevap verecek bir güneş enerji santrali için büyük önem taşımaktadır.

Bu modülde göreceğiniz güneş panellerini işletmeye alma ile güneş enerji santralinin kurulumunun önemli bir aşamasını tanımış olacaksınız. Bu modülde işlenen konuları iyi öğrenmek anlaşılmayan konularda araştırma yapmak ve öğrenilen konuları uygulama aşamasında göstereceğiniz titizlik ileride size çok yararlı altyapı kazandıracaktır.

ÖĞRENME FAALİYETİ–1

AMAÇ

Güneş enerjisi santralinde kullanılan metal taşıyıcı sistemin temel betonunun kontrolünü yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Güneş enerjisi santrallerinde kullanılan konstrüksiyonlar için yapılan temel çeşitlerini araştırınız.
- Metal taşıyıcı sistemlerinin yapısını araştırınız.

1. METAL TAŞIYICI SİSTEMİN (KONSTRÜKSİYON) TEMEL BETONUNU KONTROL ETME

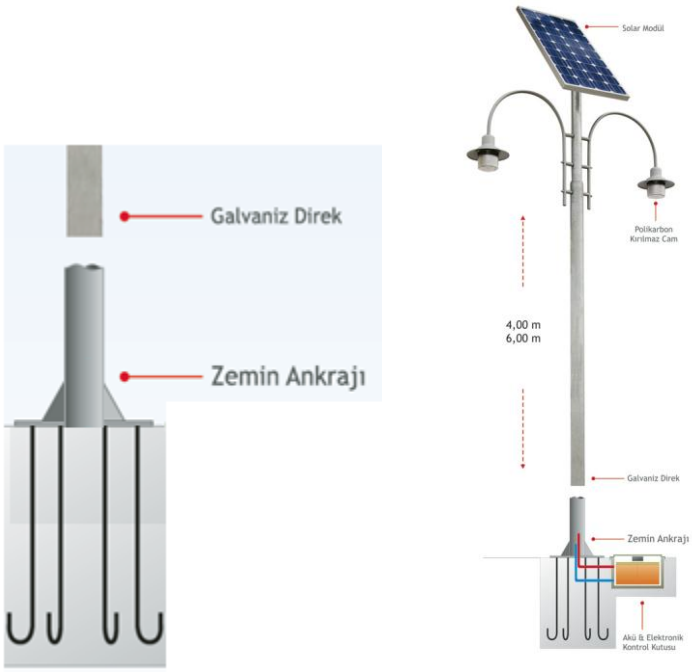
Güneş enerji sistemlerinin temel bileşenlerinden olan metal taşıyıcı sitemler zemin temel yapısına uygun olmakla birlikte statik açıdan da güneş panellerini taşıyacak dengede olmalıdır. Metal taşıyıcı sistem, kullanılacağı yere göre üzerinde taşıyacağı güneş panellerinin yanında çevresel yük etkileri altında sabitlendiği yerden çıkmayacak, devrilmeyecek ve kaymayacak şekilde yapılmalıdır. Konstrüksiyon ankraj millerinin sayısı, uzunlukları ve kalınlıkları güneş panel modül yapısına göre tespit edilmelidir. Sürekli etki eden ağırlık yükü yanında rüzgar ve kar gibi zaman zaman etili olan yükler de göz önüne alınmalıdır. Bu durumda en kötü yük koşulları düşünülerek temel ve sabitleme ölçüleri belirlenir. Bu durumda santralin kurulucağı alanın coğrafik ve topoğrafik gibi özellikleri dikkate alınarak gerekli projelendirmeler yapılır. Açık alanlarda kurulucak tesisler için yük hesaplamaları yapan mühendisler (statik konusunda uzman) görev almaktadır. Günümüzde bu tür belirleme işlemleri için kullanılan ve mühendislik işlemlerini içerisinde barındıran bilgisayar programlarından yararlanılır.

1.1. Ankraj Millerinin Uzunluklarını Ölçme

Ankraj, yapısal bir elamanın başka bir malzemeye ya da elemana, içine sokarak sabitlenmesi yöntemiyle, beraber çalışır hale getirilmesidir. Başka bir ifadeyle ankrajı tanımlarsak; betonarme yapılarda çelik donatının beton içerisine bağlanması diye tanımlayabiliriz (Resim 1.1).

Resim 1.1: Çeşitli ankraj demirleri

Planlama yapılırken yüke uygun olarak ankraj millerinin sayısı ve uzunluğu en az şekilde olmasına dikkat edilir. Metal taşıyıcı üzerinde eğik duran modüller hava akımına karşı direnç gösterirler. Panel ön yüzeyine doğru esen rüzgar panel üzerinde yüksek bir basınç oluşturur. Diğer taraftan panelin arka kalan tarafı ise rüzgar sirkülasyonundan dolayı da daha alçak bir basınç meydana getirir. İşte bu durumda panelin ön ve arka yüzeyinde oluşan basınç farklarından oluşan kuvvete konstrüksiyonumuz dayanabilecek güçte olmalıdır. Projelerde belirlenen ankraj uzunluklukları bu açıdan önemlidir. Montaj esnasında bu miller projedeki uzunluklarına uygun olup olmadığı şerit metre ile ölçülerek kontrol edilmelidir. Resim 1.2'de sokak lambasının ankraj milleri ve ankraj temeli görülmektedir.



Resim 1.2: Solar sokak lambası direği zemin ankrajı

1.2. Beton ve Ankraj Millerinin Terazisini Ölçme

Projeye göre metal taşıyıcı sitemin zemine oturacak ayak yerleri işaretlendikten sonra harfiyat yapılıp ayak temel çukuru, kazma, kürek, küskü ve kepçe ile ölçüsüne uygun olarak kazılır. Açılmış olan çukura yerleştirilmek üzere beton kalıbı hazırlanır. Metal taşıyıcı ayaklarının oturacağı noktalarda açılan çukurlara ankraj demiri yerleştirilmeden birkaç gün önce 10cm kalınlığında harç dökülür. Bazı yerlerde beton temeller yerine çelikten yapılmış kazık temeller kullanılabilmektedir (Resim 1.3).

Resim 1.3: Güneş santrallerinde kullanılan çelik temel kazık ve çakma makinesı

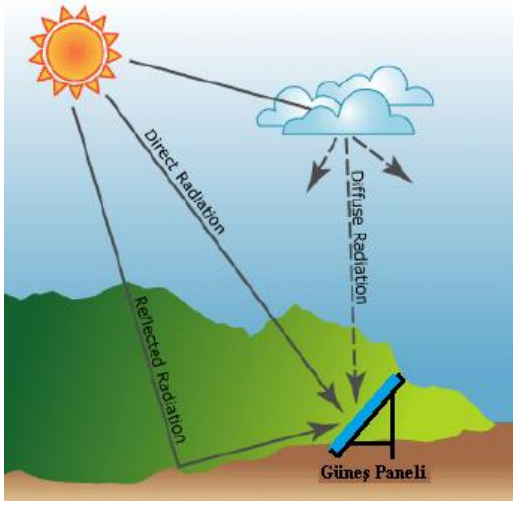
Güneş paneli konstrüksiyon ayaklarının ankraj demiri çukur zeminine uygun terazide yerleştirilir. Ankraj demiri çukura yerleştirildikten sonra teknolojik kurallara uygun olarak ankraj temelinin yapılması gerekir. Ankrajın uzun süre konumu bozulmadan durmasını sağlamak için ankrajın üzeri harç ile usullere uygun doldurulup temel yapılır. Metal taşıyıcı ayaklarının düzgün bir şekilde oturması için ankraj demirinin terazisi su terazisi ile dengeye getirilir. Böylelikle metal taşıyıcı üzerineki paneller aynı hizada ve düzgün bir yüzey oluşturulacak şekilde monte edilir. Aksi halde dengesiz bir montaj yüzey şeklini bozacağından yüzeylerin birbirleri üzerine gölgelendirme yapabilecekleri gibi sistemin toplam veriminde de kayıplara neden olacaktır. Diğer bir taraftan düzensiz bir panel dizilimi teknik anlamda montaj kalitesini düşürecektir. Resim 1.4'te düzgün bir şekilde terazaiye getirilmiş ve montajı yapılmış metal taşıyıcı sistemi görülmektedir.

Resim 1.4: Güneş santralinde terazide dengelenmiş metal taşıyıcı beton ve ankrajları

1.3. Işınım Açısını Belirleme

Yeryüzüne düşen güneş ışığı, doğrudan (direkt ışınım) ya da yayılmış (diffüz ışınım) şekilde olmaktadır. Direkt ışınım güneş yönünden gelir, diffüz ışınım ise gökyüzü katmanlarından yayılmış şekilde ve belirli bir yönü olmayacak şekile gelmektedir. Böylece gökyüzünden gelen güneş ışığı, direkt ve diffüz ışınımların toplamından meydana gelir. Bu toplam ışınıma global ışınım veya toplam ışınım denir. Bu durumda toplam ışınım;

Toplam Işınım = Direkt Işınım + Diffüz Işınım olmaktadır (Şekil 1.1).



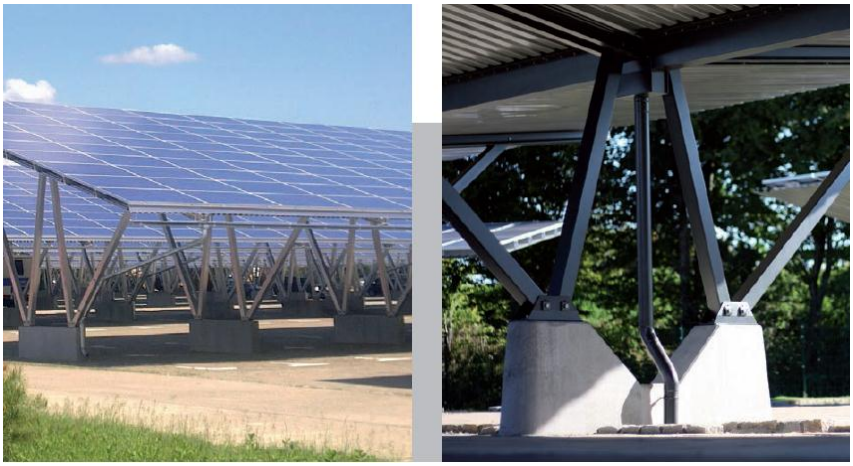
Şekil 1.1: Direkt ve diffüz ışınım

Güneş enerjisinden elektrik üretmek için kurulacak tesislerde ışınım açısının belirlenmesi çok önemlidir. Işınım açısını belirlemek için ise güneşin çizdiği yörüngenin bilinmesi gerekmektedir. Bu durumda güneşin konumu dünyanın her yerinde farklı olarak görülmektedir. Güneş santralinin kurulacağı bölgede güneşin konumu, güneşin yüksekliği ve güneşin azimut açısı ile belirlenmektedir. Güneş ışınımı piranometrelerle, fotovoltaik sensörlerle yapılmaktadır. Bir güneş panelinden elde edilecek enerji miktarının en yüksek düzeyde olması için güneş ışınlarının panel yüzeyine dik bir açı ile gelmesi gerekir. Bunu sağlayabilmek için güneş paneli, yere belli bir açı ile eğik yerleştirilerek güneşten gelen ışınıma dik hale getirilir (Resim1.5).

Resim 1.5: Güneş panellerinin güneş ışınlarını dik alacak şekilde eğimli yerleştirilmesi

1.4. Beton ile güney yönünün 90 derecede olup olmadığına bakma

Güneş ışınlarından elde edilecek elektrik enerjisinin miktarını en üst düzeyde tutmak için güneş panellerinin güneş ışınlarına doğru dik bir eğimle gelecek şekilde tutulması gerektiğini bilmekteyiz. Güneş enerjisinden elektrik üretmek için kullanılan güneş panel dizinlerinin yönü güneye doğru yönlendirilmiş şekilde monte edilmektedir.



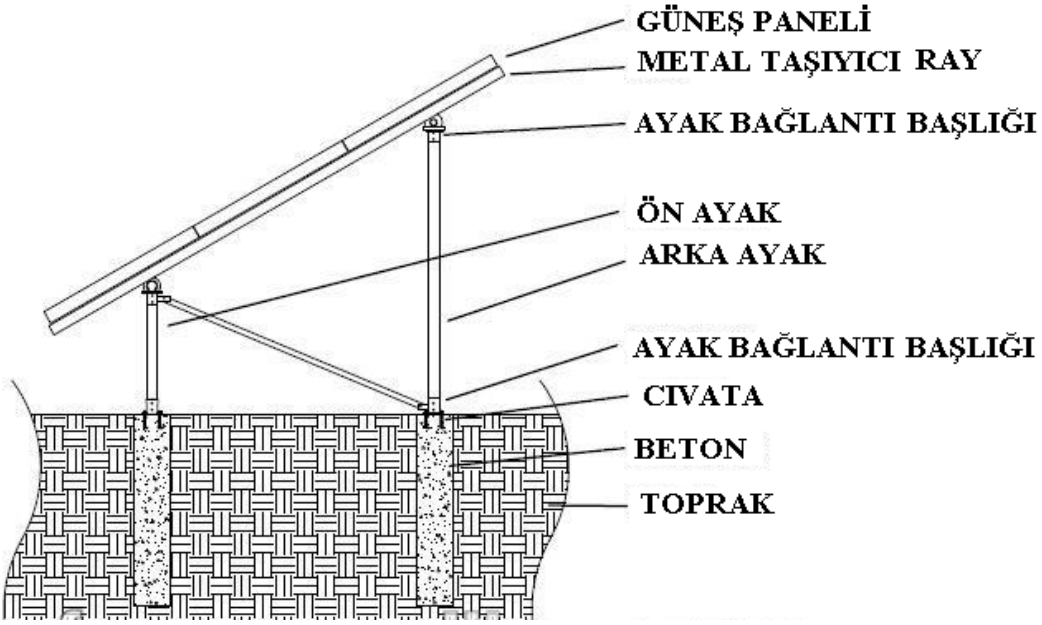
Resim 1.6: Güneş panellerinin monte edildiği metal taşıyıcı beton şekilleri

Güneş panellerini taşıyan konstrüksiyonların yönü güneye doğru yerleştirilirken, konstrüksiyon ayaklarının ankrajlarının sabitlendiği zemin betonları güney doğrultusu ile 90 derece açı yapacak şekilde olmaktadır(Resim 1.6 ve Resim 1.7). Bu durumda beton temel ve zemininin güney 90 derece olması, beton dökülmeden önce ölçülerek kontrol edilmelidir. Aksi durumda güneş panellerini taşıyan konstrüksiyonun yönü yanlış oturtulmuş olacak ve panellerden ele edilen enerji de kayıplara neden olacaktır. Bu kayıplar sistem çalıştıkça her zaman var olacaktır.

Resim 1.7: Metal taşıyıcıların beton temellere bağlantı şekilleri

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek metal taşıyıcı sisteminin montajını yapınız.



İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Beton kısım için temel çukuru kazılacak yerin yüzeyini düzleştiriniz. ➢ Temel çukurunun kazılacağı yerin ölçülerini en az (60x60x60cm) çiziniz.	➢ İş eldiveni ve önlük kullanabilirsiniz. ➢ Çalışma ortamı için gerekli olan kazma, kürek, testere,su terazisi, metre, kalıplar, kum, çimento, su, mıcır ve malayı temin edebilirsiniz. ➢ Ölçülendirmede teknik resim kurallarını uygulayabilirsiniz.
➢ Ölçülere göre kazma ve kürek yardımıyla temel çukurunu kazınız. ➢ Açılmış olan çukurun zemininin toprağını sıkılaştırınız.	➢ Kazma işlemi esnasında zaman zaman metre ile çukur ölçüleri kontrol edebilirsiniz.

➢ Konstrüksiyon ankraj demirini terazili bir şekilde sıkıştırılmış zemine oturtunuz.	➢ Ankraj demirinin terazisini su terazisi ile dengeye getirebilirsiniz.
➢ Beton harcı; kum, çimento, mıcır ve suyu uygun oranlarda karıştırarak hazırlayınız. ➢ Hazırlanmış beton harcı, çukur içindeki konstrüksiyonun ankraj demirinin üzerine dökünüz.	➢ Çalışma ortamını hazırlayabilirsiniz. ➢ İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini alabilirsiniz ➢ Beton, homojen tabakalar halinde çukura yerleştirilebilir. ➢ Betonu yerleştirme sırasında yığınların ve eğimli tabakaların oluşmasına engel olunabilir. ➢ Beton dökümünden sonra buharlaşmayı ve betonun ani su kaybını önlemek için beton ıslak örtü ile sarılabilir.
➢ Dökülmüş olan betonu mala ile düzleştiriniz. ➢ Beton kuruduktan sonra belli bir süreye kadar her gün sulayınız.	
➢ Beton kalıplarını uygun zamanda çıkartınız. ➢ Konstrüksiyon ön ve arka ayaklarının alt ayak bağlantı başlıklarını cıvatalar yardımı ile yerlerine sabitleyiniz. ➢ Metal taşıyıcı yan sabitleme parçalarını bağlayınız. ➢ Metal taşıyıcı rayı ön ve arka ayaklar üzerine üst bağlantı başlıklarına bağlayınız.	➢ Çalışma sonlarında çalışma ortamınızın tertip düzen ve temizliğini sağlayabilirsiniz. ➢ Kullandığınız gereçlerin gerekli bakımlarını yapabilirsiniz. ➢ Cıvata bağlatılarını karşılıklı sıkarak boşluklarını alabilirsiniz. ➢ Metal taşıyıcı rayı istenilen eğim derecesinde olacak şekilde bağlantısını yapabilirsiniz. ➢ Uygun ve sağlam araçlar kullanabilirsiniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için Evet, kazanamadığınız beceriler için Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini aldınız mı?		
2. Kazılacak olan çukurun ölçüsünü zemin üzerine şerit metre kullanarak işaretlediniz mi?		
3. Konstrüksiyonun ankraj demiri çukurunu uygun ölçüde kazdınız mı?		
4. Konstrüksiyon ankraj demirini terazili bir şekilde sıkıştırılmış zemine oturttunuz mu?		
5. Güneş sehpası direği ankraj demirini terazili bir şekilde sıkıştırılmış zemine oturttunuz mu?		
6. Konstrüksiyon ön ve arka ayaklarının alt ayak bağlantı başlıklarını cıvatalar yardımı ile yerlerine sabitleyebildiniz mi?		
7. Metal taşıyıcı yan sabitleme parçalarını bağlayıbildiniz mi?		
8. Metal taşıyıcı rayı ön ve arka ayaklar üzerine üst bağlantı başlıklarına bağlayabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri doğru bir şekilde tamamlayınız.

1. ……, yapısal bir elamanın başka bir malzemeye ya da elemana, içine sokarak sabitlenmesi yöntemiyle beraber çalışır hale getirilmesidir.

2. Metal taşıyıcı üzerinde eğik duran modüller …….. karşı direnç gösterirler.

3. Panel ön yüzeyine doğru esen rüzgar panel üzerinde yüksek bir ……. oluşturur.

4. Açık alandaki güneş panellerinin arka tarafı ……. sürkülasyonundan dolayı daha alçak bir basınç meydana getirir.

5. Açık alanlarda güneş panelinin ön ve arka yüzeyinde oluşan basınç farklarından oluşan kuvvete …….. dayanabilecek güçte olmalıdır.

6. Yeryüzüne düşen güneş ışığı, ……. ya da …….. şekilde olmaktadır.

7. Bu toplam ışınıma …… …… veya toplam ışınım denir.

8. Işınım açısını belirlemek için ise …….. çizdiği yörüngenin bilinmesi gerekmektedir.

9. Bir güneş panelinden en yüksek düzeyde enerji elde edilmesi için güneş ışınlarının panel yüzeyine …… ile gelmesi gerekir.

10. Güneş panellerini taşıyan konstrüksiyonun yönü yanlış monte edilirse panellerden ele edilen enerji de …… olacaktır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

Güneş enerji sistemlerinde topraklama işlemlerini yapabileceksiniz.

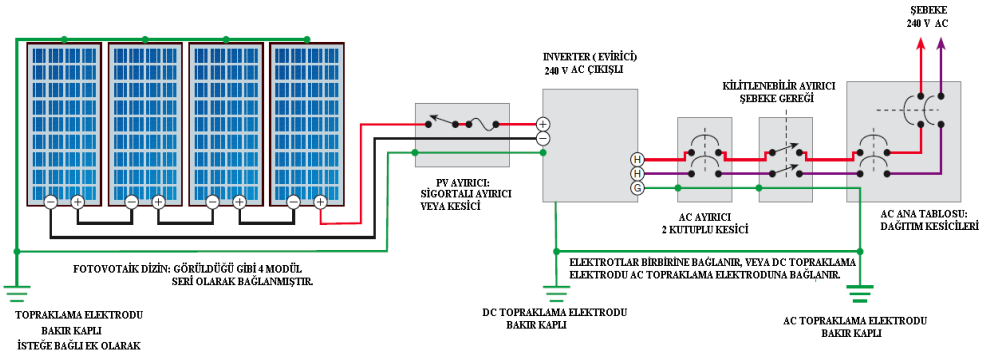
ARAŞTIRMA

- Güneş panellerini taşıyan istemlerin topraklama elemanlarını araştırınız.
- Topraklamanın önemini araştırınız.
- Güneş panellerinin topraklama kablolarını araştırınız.

2. İSTASYON TOPRAKLAMA BAĞLANTILARINI YAPMA

2.1. Metal Taşıyıcı Sistemin Ayakları ile Bırakılan Topraklama Uçlarını Birleştirme

Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üreten foto-voltaik sistemler, kurulum yeri ve kurulum alanı sebebi ile yıldırım düşme tehlikesi riski taşırlar. 50 volt dc gerilimden daha fazla bir gerlim üreten fotovoltaik sistemler mutlaka topraklanmalıdır. Binaların ve foto-voltaik sistemlerin korunması, tesislerin işletimde kalma sürelerinin artırılması ve yatırımların güvenliği açısından önemlidir. Güneş panelleri, montaj yeri özelliğine göre som bakır ve esnek bakır iletkenler ile topraklanırlar. Foto-voltaik sistemlerin bozulmasındaki en büyük etken genellikle yıldırım düşmesi sonucunda oluşan yüksek gerilimdir. Bu gibi durumlarda foto-voltaik sistemin kullanıcısı, sistemin durmasından kaynaklanan zararın yanı sıra yüksek tamir bedeli ile karşı karşıya kalır. Bu hasarlara engel olmak için birbirine uygun olarak tasarlanmış yıldırım ve yüksek gerilim koruması kullanılmalıdır. Şekil 2.1'de şebekeye bağlı bir fotovoltak sistemin topraklama prensip şeması görülmektedir.



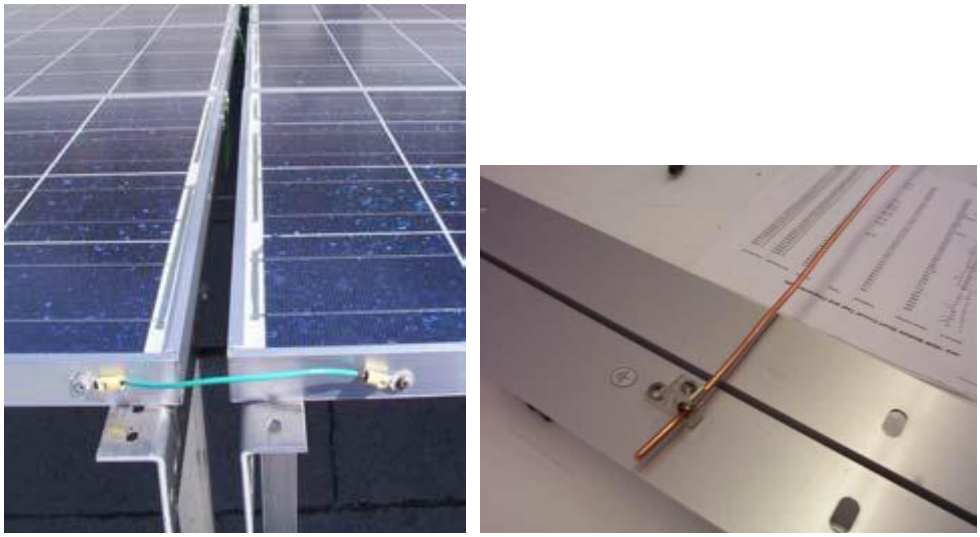
Şekil 2.1: Şebekeye bağlı bir fotovoltaik sistemin topraklama şeması

Fotovoltaik panelleri taşıyan konstrüksiyonlar topraklama hattı ile üzerlerinde monte edilen topraklama pabuçları üzerinden topraklamaları yapılmakta ve en son topraklama sisteminde tüm iletkenler birleştirilmektedir. Resim 2.1 ‘de metal taşıyıcıların topraklanma aşaması görülmektedir.

Resim 2.1: Metal taşıyıcı sistem ayaklarının topraklanması

2.2. Güneş Panellerinin Topraklamalarını Birbirine Bağlama

Fotovoltaik (PV(Photo Voltaic)) modüller; her bir modül montaj rayları üzerinden veya topraklama pabucu ya da ekipman topraklama vidaları yöntemi ile topraklanması gerekmektedir. Başka bir yöntemde her bir modül üzerinde bulunan topraklama pabucuna topraklama teli bağlandıktan sonra aynı tel taşıma rayları üzerindeki topraklama pabucuna bağlantı yapılarak gerçekleştirilir. Tüm modül çerçeveleri, modül topraklamanın zorunlu olduğu ülkelerde, düzgünce topraklanmalıdır. Fotovoltaik modüllerin metalik çerçevelerinin topraklanması için belirlenen teçhizat, modülün açıkta kalan metal çerçevelerini topraklamak için bağlanmalıdır. Her durumda, topraklama vidaları, cıvatalar ya da diğer parçalar modülün montaj parçalarından ayrı olarak kullanılmalıdır. Resim 2.2' de fotovoltaik panellerin birbirine bağlantısının doğru ve yanlış yapılış şekilleri görülmektedir.

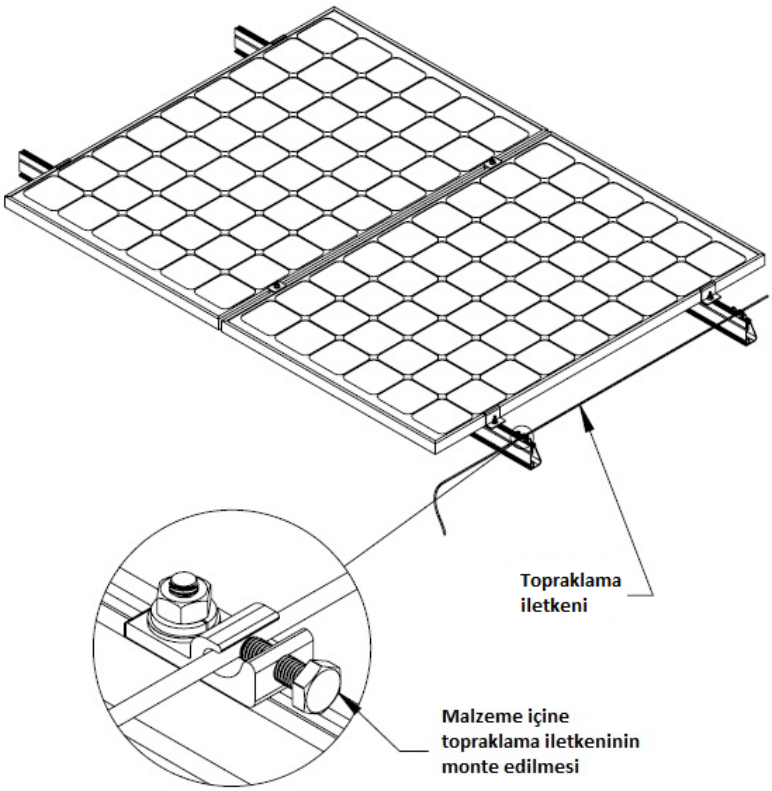


a) **b)**

Resim 2.2: a) Yanlış pabuç ve tel kullanımı b) Paslanmaz topraklama vidası ile doğru yapılmış sürekli topraklama bağlantısı

Yenilenebilir enerji üreten foto-voltaik sistemler, kurulum yeri ve kurulum alanı sebebi ile yıldırım düşme tehlikesi riski taşır. Binaların ve foto-voltaik sistemlerin korunması, tesislerin işletimde kalma sürelerinin artırılması ve yatırımların güvenliği açısından önemlidir. Güneş panelleri, montaj yeri özelliğine göre som bakır ve esnek bakır iletkenler ile topraklanır. Foto-voltaik sistemlerin bozulmasındaki en büyük etken genellikle yıldırım düşmesi sonucunda oluşan yüksek gerilimdir. Bu gibi durumlarda foto-voltaik sistemin kullanıcısı, sistemin durmasından kaynaklanan zararın yanı sıra yüksek tamir bedeli ile karşı karşıya kalır. Bu hasarlara engel olmak için birbirine uygun olarak tasarlanmış yıldırım ve yüksek gerilim koruması kullanılmalıdır.

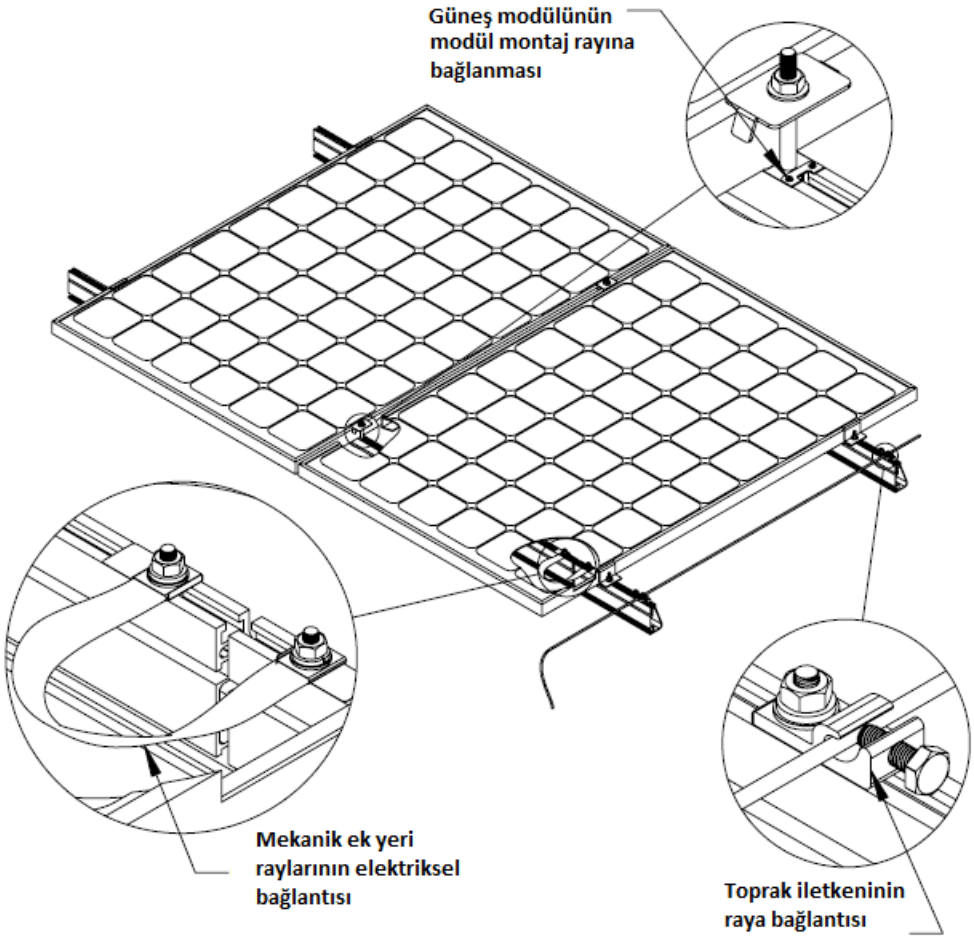
Güneş panellerinin metal olan çerçeveleri metal taşıyıcı montaj rayının üzerinde olduğu için, güneş panelleri montaj raylarının topraklanması güneş panellerini de topraklamış olacaktır.



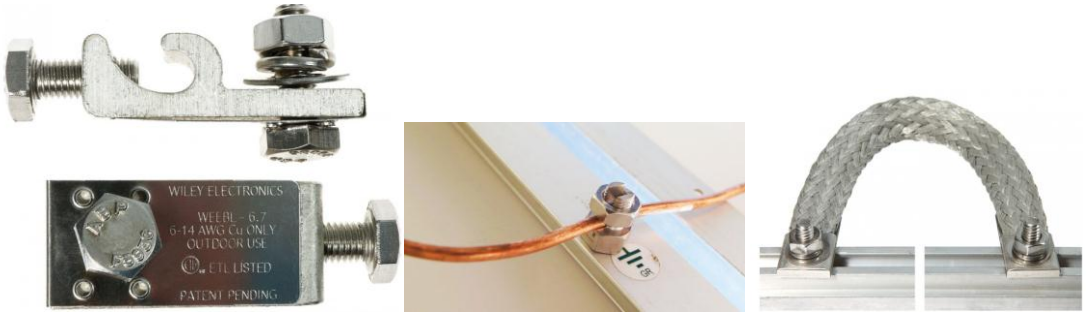
Şekil 2.2: Güneş panellerine topraklama iletkeninin bağlanması

Foto-voltaik sistemlerin uygulama alanları, daima eldeki tüm yüzeyi kaplayacak şekilde tasarlandığından mevcut topraklama sistemiyle entegre edilmeleri gerekmektedir. TT (Tesis Topraklama) sisteminde, koruma topraklaması alıcının yanında yapılır ve trafoya sadece faz ve nötr kabloları çekilir.

Güneş panelleri metal montaj rayları üzerine monte edilirler. Güneş panellerinin metal çerçevesi ve montaj rayı iletken olduğu ve birbirlerine temas ettiği için güneş paneli montaj rayının topraklanması güneş panelini de topraklamış olacaktır. Güneş paneli montaj raylarının ek yerleri de elektriksel olarak birbirine bağlanmalıdır(Şekil 2.3).



Şekil 2.3: Güneş panellerinin montaj rayına bağlantısı



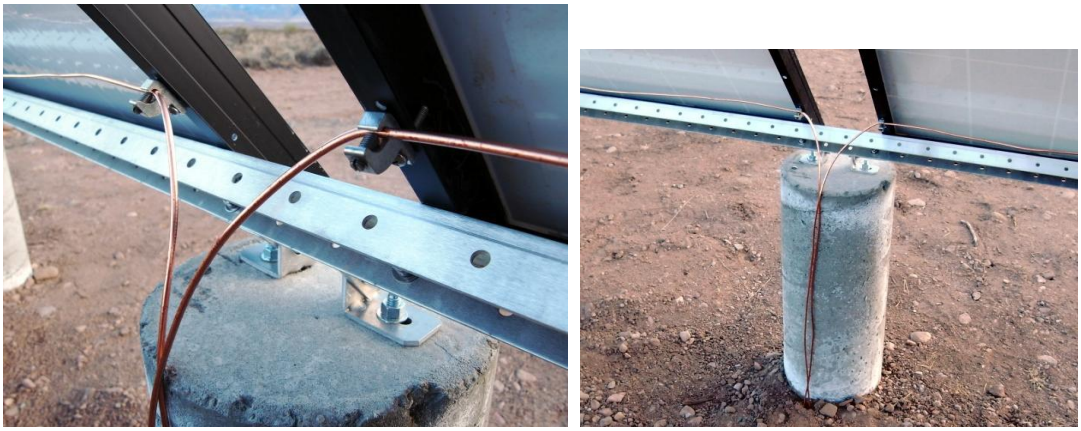
Resim 2.3: Topraklama bağlantı elemanları

2.3. Gruplandırılmış Topraklama Ünitesini Saha Topraklamasına Bağlama

Sistemde kullanılan topraklama elektrodu sistemde yer alan farklı sayıdaki cihaz sayısı kadar olabilmektedir. Yaygın olarak kullanılan topraklama elektrodu 2.4 metre uzunluğunda ve 16 milimetre çapında bakır kaplı çelik çubuk olarak toprağa çakılmaktadır.

Topraklama çubuğu tüm uzunluğu boyunca toprakla temas etmesi gerekmektedir. Topraklama elektroduna kablo bağlantısı yapılması için toprak altında kalacak şekilde bağlantı kelepçeleri kullanılır. Topraklama elektrodu ile toprak arasındaki direnç 25 ohm veya daha az olmalıdır. Bu ölçümleri yapmak için topraklama direnci ölçen cihazlara ihtiyaç duyulmaktadır. Eğer ölçümde direnç 25 ohm'dan büyük olursa bu durumda bağlanacak olan ikinci bir topraklama elektrodu ilkinden en az 1.8 metre uzakta olmalıdır. Eğer kayalık bir toprak ise topraklama elektrodu normal ile 45 derece açı yapacak şekilde ve yüzeyden 76 cm derinliğe çakılabilir.

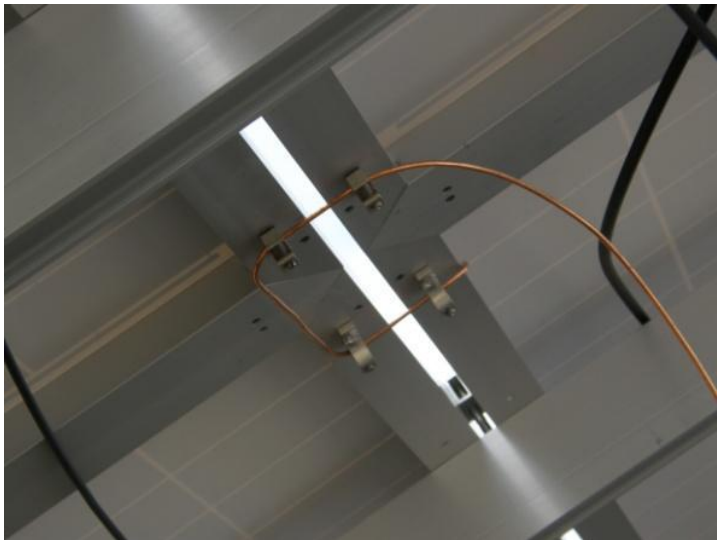
Güneş panelleri montaj yeri özelliğine göre som bakır ve esnek bakır iletkenler ile aşağıda belirtilen uygulamalardaki gibi saha topraklamasına bağlantıları yapılarak topraklanırlar(Resim 2.3).



Resim 2.4: Saha topraklamasının yapılması

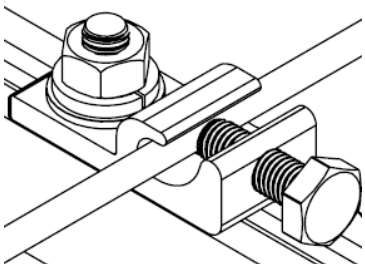
UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda görülen güneş panellerinin topraklamasını yapınız.



Güneş panellerinin topraklama iletkeninin çekilmesi

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Güneş panel sisteminin topraklaması için kullanılacak topraklama iletkenini temin ediniz. ➢ Montaj için kullanılacak topraklama elemanlarını, vida, cıvata ve somunları temin ediniz. 	➢ İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini alıp işe başlamadan önce iş elbisesi, iş eldiveni ve iş ayakkabısı giyebilirsiniz. ➢ Çalışma ortamını hazırlayıp, çalışma ortamı için gerekli olan araç ve gereçleri temin edebilirsiniz. ➢ Yapılacak uygulama için gerekli iş güvenliğine dikkat etmelisiniz.
➢ Topraklama kablosunun iyi bir elektriksel temas sağlayabilmesi için güneş panel sistemi montaj raylarına topraklama elemanı ile kusursuz olarak sabitleyiniz.	➢ Çalıştığınız yeri her zaman temiz ve düzenli tutunuz.

➢ Topraklama iletkenini güneş paneli rayına monte ediniz. 	➢ Montaj esnasında sabırlı ve dikkatli olunuz. ➢ Vidalama esnasında vidayı elimizle sıkı tutmalı ve tornavidayı dikkatli kullanmalıyız yoksa elimize zarar verebiliriz.
➢ Çalışma sonlarında çalışma ortamınızın tertip düzen ve temizliğini sağlayınız.	➢ Kullandığınız gereçlerin gerekli bakımlarını yapıp yerlerine koyunuz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet,** kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		**Evet**	**Hayır**
1	Topraklama elemanlarını seçebildiniz mi?		
2	Topraklama iletkenini seçebildiniz mi?		
3	Topraklama iletkeninin montaj rayına sabitleyebildiniz mi?		
4	Güneş panellerini kendi aralarında topraklama bağlantısını yapabildiniz mi?		
5	Tüm topraklama bağlantılarını düzgün bir şekilde tamalayabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Gerekirse başka kaynaklardan ve öğretmeninizden yardım isteyiniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üreten foto-voltaik sistemler, kurulum yeri ve kurulum alanı sebebi ile yıldırım düşme tehlikesi riski taşır.

2. ( ) 100 volt dc gerilimden daha fazla bir gerlim üreten fotovoltaik sistemler mutlaka topraklanmalıdır.

3. ( ) Foto-voltaik sistemlerin bozulmasındaki en büyük etken genellikle yıldırım düşmesi sonucunda oluşan yüksek gerilimdir.

4. ( ) Foto-voltaik sistemlerin uygulama alanları, daima eldeki tüm yüzeyin yarısını kaplayacak şekilde tasarlanırlar.

5. ( ) Güneş panelleri metal montaj rayları üzerine monte edilirler.

6. ( ) Sistemde kullanılan topraklama elektrodu sistemde yer alan tüm cihazlar için tek bir adet olabilmektedir.

7. ( ) Yaygın olarak kullanılan topraklama elektrodu 2-4 metre uzunluğundadır.

8. **( )** Eğer kayalık bir toprak ise topraklama elektrodu normal ile 60 derece açı yapacak şekilde ve yüzeyden 45 cm derinliğe çakılabilir.

9. ( ) Topraklama elektrodu ile toprak arasındaki direnç 25 ohm veya daha az olmalıdır.

10. ( ) Güneş panelleri montaj yeri özelliğine göre som bakır ve esnek bakır iletkenler kullanılır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–3

AMAÇ

Güneş panel iskelesinin ve montajının yapılmasına nezaret edebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Piyasada üretilen panle iskelet çeşitlerini internetten araştırınız.
- Metal konstrüksiyonda kullanılan bağlantı elemanlarını araştırınız.

3. PANEL İSKELESİNİN VE MONTAJININ YAPILMASI

3.1. Metal İmalatı ve Kaynak İşleri

Metal taşıyıcı sistem, güneş santrallerinin iskeleti konumundadır. Kullanılacak olan güneş panellerinin taşınması ve elektriksel bağlantılarının yapılması için kullanılacak temel zemin metal taşıyıcı sistemlerdir. Metal taşıyıcı sistemlerin montajının yapılacağı alan önceden uzun süren fizibilite çalışmasının bir sonucu olarak tespit edilmektedir. Yapılan ölçümler ve veriler doğrultusunda kullanılacak metal taşıyıcı sistemin şekli, büyüklüğü, temel detayları ortaya çıkmaktadır.

Proje safhasında santralin kurulacağı alanın muhtemel maruz kalacağı rüzgâr, yağmur, kar gibi çevresel koşullar göz önünde tutularak metal taşıyıcı sistemlerin tasarımı yapılmaktadır. Metal taşıyıcı sistemin bir diğer yükü de güneş panellerinin özgül ağırlıklarıdır. Birleştirme kaynak işleri yapılırken bunlarda göz önünde bulundurulur.

Metal taşıyıcı sistemlerin metal aksamlarının imalatı yapılırken kaynak yerlerinin kaynak öncesi ve sonrası temizliği çoğu zaman kaynağın en önemli işlemlerinden biridir. Bunun için direnç kaynağında olduğu gibi kimyasal ya da elektrik ark kaynağında olduğu gibi mekaniksel yöntemler kullanılır. Diğer yandan kalın parçaların kaynak eklerinin istenen sağlamlıkta olabilmesi için birleşecek kenarlara kaynak ağzının açılmış olması gerektiğine dikkat edilmelidir. En önemli hususlardan bir diğeri de metal imalatında projede belirtilen ölçülere uygun imalat yapılmasıdır.

3.2. Çalışma Ortamının Düzenlenmesi

Metal imalat işlemlerinde artan ya da kullanıma uygun olmayan malzemelerin ortadan kaldırılmasıdır. Çalışma alanının temizliği ve düzeni açısından kullanım dışı olan malzemelerin ortadan kaldırılmalıdır. Geri dönüşüm ön planda tutularak malzemenin cinsine göre

ayrılıp geri kazanımı sağlanmalıdır. Bu tür bir işlem çalışma güvenliği açısından da son derece önemlidir. Çalışma ortamının güvenlik tedbirlerine uygun olarak düzenlenmesi muhtemel iş kazalarını önceden engellemiş olacaktır.

3.3. Metal İskeletin Yönünü Tespit Etme

Güneş panelinden enerji üretimini en üst seviyeye çıkarmak için güneş panellerini taşıyan metal iskeletin gün doğusundan, gün batımına dek güneş ışığını en doğru açıda görecek şekilde sistemlere ihtiyaç duyulur. Bu güneş(solar) enerji sistemleri, güneş panelini pek çok farklı yöntemle doğru açıda tutarak güneş enerjisinden elektrik üretimini en üst düzeye çıkarır.

Metal taşıyıcı iskeletin (konstrüksiyonun) montajı yapılmadan önce yön kontrolü yapılmalıdır ve sistem güneye bakacak şekilde monte edilmelidir. Ayrıca metal iskeletin kurulacağı alanın diğer metal iskeletleri, ağaç ve binadan dolayı gölgelenmeyecek bir alana yerleşmesine dikkat edilmelidir. Sistem kurulmadan önce pusula yardımıyla yön ve gölge hesapları yapılmalıdır. Güneş panellerinin verimli olarak çalışabilmesi için yönünün güneye bakması gerekmektedir.

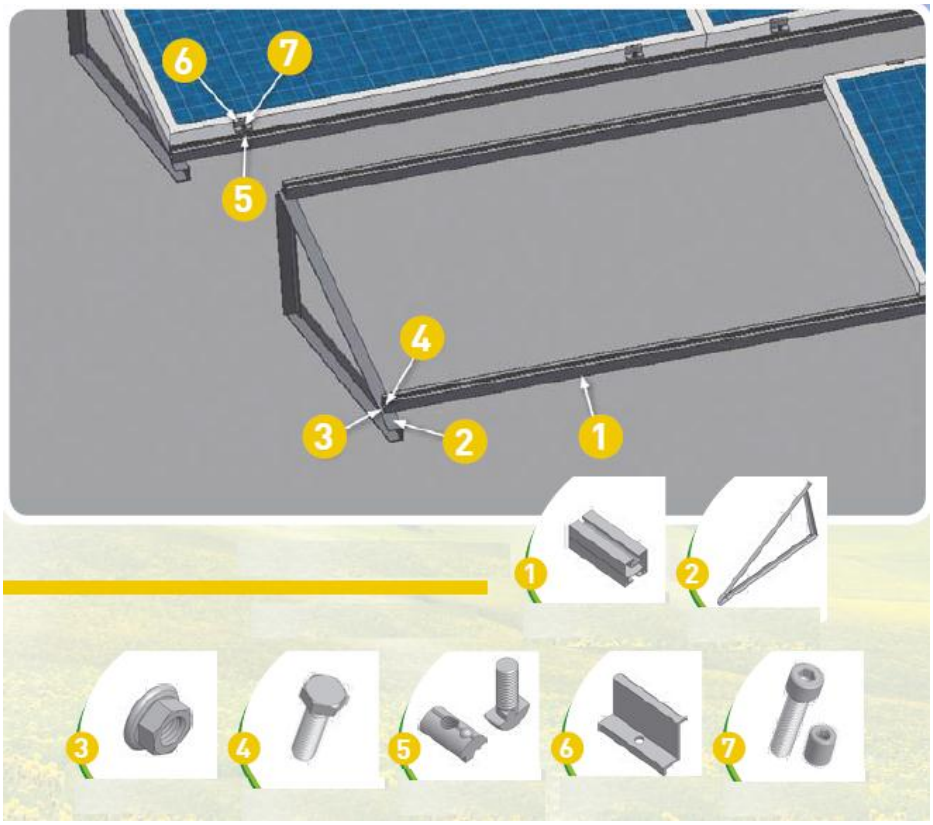
Güneş panellerini taşıyan konstrüksiyonların yönü güneye doğru yerleştirilirken, konstrüksiyon ayaklarının sabitlendiği zemin betonları güney doğrultusu ile 90 derece açı yapacak şekilde olmaktadır. Aksi durumda güneş panellerini taşıyan konstrüksiyonun yönü yanlış oturtulmuş olacak ve panellerden ele edilen enerji de kayıplara neden olacaktır. Bu kayıplar sistem çalıştıkça her zaman var olacaktır. Resim 3.1'de güney doğrultusunda ve güneş ışınlarını en iyi şekilde alacak konumda montajı yapılan bir sistemin tüm detayları görülmektedir.

Resim 3.1: Güneye doğru montajı yapılmış metal iskelet sistemi

3.4. Metal Bileşenlerin Uygun Malzemeler ile Birleştirilmesini Sağlama

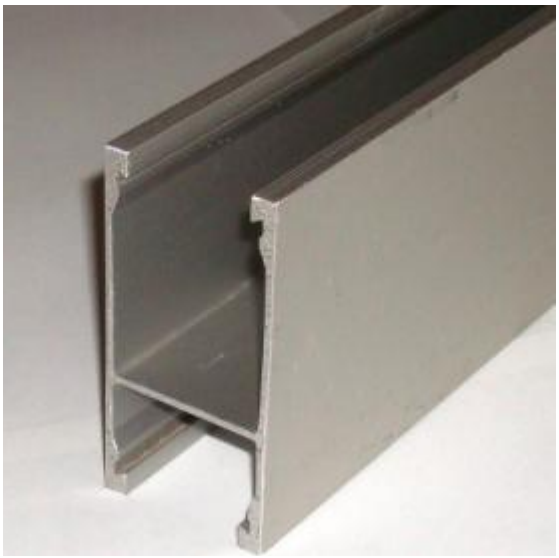
Metal taşıyıcı sistem birleştirilirken uygun malzemelerin kullanılması montaj sistemin uzun ömürlü olmasına ve dış ortamın vereceği zararlara karşı daha dayanıklı olmasına yardımcı olacaktır. Rüzgâr, yağmur, kar ve panellerin ağırlığına maruz kalan metal bileşenlerin birleştirilmesi konusunu daha önemli tutmaktadır. Unutulmaması gereken en önemli husus doğru malzemelerin uygun araçlarla ve en sağlam şekilde montajının yapılmasıdır.

Metal bileşenlerin çeşitliliği oldukça fazladır. Bu konuda üretim sektöründe aynı amaca hizmet eden birden fazla çeşit malzeme bulunabilmektedir. Her üretici kendi tasarımı olan elemanları kullanmakta ve satmaktadır. Bu durumda malzemenin kullanım yerini bilmek ve üretici kataloglarını dikkatlice incelemek montajda kolaylık sağlayacaktır. Resim 3.2'de bir metal taşıyıcı ve bileşenlerinin detayları görülmektedir.



Resim 3.2: Metal taşıyıcı sistemi ve bileşenleri

Metal taşıyıcı sistemlerde panellerin konstrüksiyona montajının yapıldığı raylar kullanılmaktadır. Bu raylar ayrıca topraklama işleminin de yapıldığı temel malzemelerdendir (Resim 3.3).

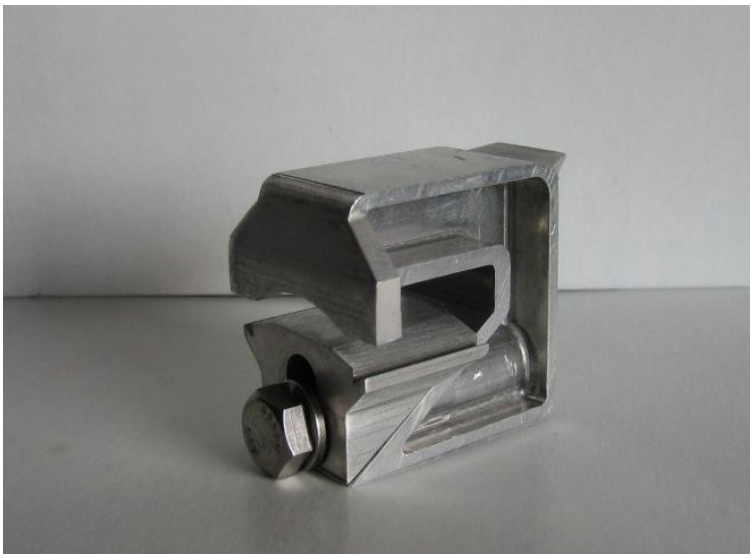


Resim 3.3: Panel sabitleme ve topraklama rayı

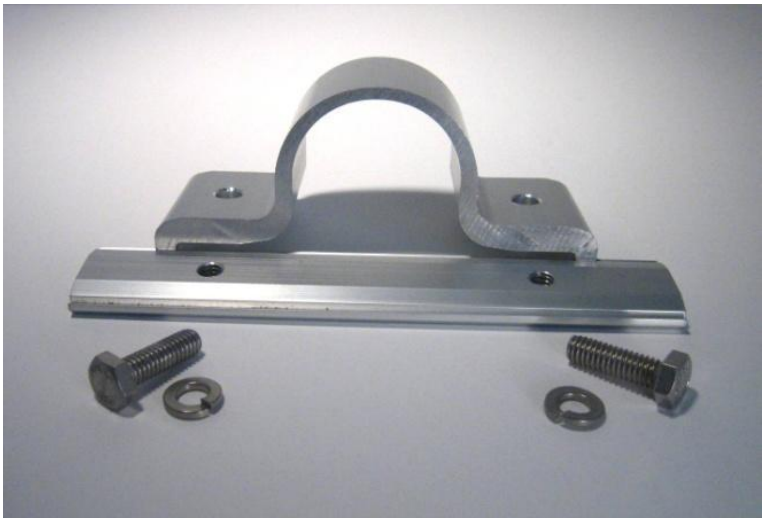
Metal taşıyıcı sistemlerde panellerin ve metal sistemin montajında kullanılan bir başka eleman da kanal somunudur. Bu elaman yardımı ile ray içine yerleştirilen samun sabitleme parçaları ile paneller sabitleştirilir (Resim 3.4).

Resim 3.4: Kanal somunu

Metal konstrüksiyonun birleştirmelerinde kelepçeler kullanılmaktadır. Böylelikle metal sistemler bu elemanlar ile sağlamlaştırılmış ve sabitlenmiş olur. Kullanılan kelepçeler gelen anlamda aynı işlevi görecek şekilde konstrüksiyonun cinsine ve imalatçı firmaya göre değişiklik arz edebilmektedir. Resim 3.5 ve Resim 3.6'da çeşitli kelepçe resmi görülmektdir.



Resim3.5: Genel uç kelepçesi



Resim 3.6: Boru tip konstrüksiyonlar için kullanılan montaj kelepçesi

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki resimde görülen metal taşıyıcı sistemin montajını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Konstrüksiyon ayaklarını uygun uzaklıkla toprak temel içerisine gömünüz. ➢ Pusula yardımı ile güney yönünü belirleyiniz. ➢ Konstrüksiyon ayaklarını terazi yardımı ile dengeleyiniz.	➢ İş eldiveni ve önlük kullanınız. ➢ Çalışma ortamı için gerekli olan tornavida, metre, anahtar takımları, pusula, açı ölçer ve penseyi temin ediniz. ➢ Pusulanın çevresindeki metal saatlerin, çanta askılarının, yüzüklerin, arabaların; cep telefonu, bilgisayar, televizyon gibi manyetik alan yayan aletlerin pusulamızı şaşırtacağını unutmayıp, pusulamızı bunlardan uzakta kullanmalıyız.

➢ Konstrüksiyon ayakları üzerine sabitlenecek üst metal taşıyıcıları sırayla montajını yapınız. 	➢ Belirlenen eğimde montajı düzgün şekilde yaparak değerini ve toleransını tespit edebilirsiniz.
➢ Üst metal taşıyıcıları ayaklara yan destek metal parçası ile sabitleyiniz. Bu uygulamayı farklı kondansatörlerle üçer defa yapınız. 	➢ Yan destek metal parçasını belirlenen eğime uygun şekilde sabitleyiniz. ➢ Sabitleme için uygun araçlar ve el aletlerini kullanınız.

➢ Üst bağlantı raylarının montajını yapınız. 	➢ Aradaki mesafeyi ölçerek sabitleyiniz. ➢ Güneş modüllerinin boyutlarına dikkat ederek şerit metre yardımı ile mesafe ayarlaması yapınız. ➢ Bütün bağlantıları uygun torkta sıkarak boşluklarını alınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için Evet, kazanamadığınız beceriler için Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

	Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1	Taşıyıcı ayaklarını zemin temeline monte edebiliyor musunuz?		
2	Pusula kullanarak güney yönünü belirleyebiliyor musunuz?		
3	Üst taşıyıcı metal taşıyıcıları düzgün şekilde monte edebiliyor musunuz?		
4	Yan destek metal parçalarını panel açısını ayarlayarak montajını yapabiliyor musunuz?		
5	Üst metal taşıyıcı rayların montajını uygun mesafede ve düzgün bir şekilde yapabiliyor musunuz?		
6	Montajda kullanılacak uygun araçları ve el aletlerini kullanabiliyor musunuz?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Metal taşıyıcı sistemler güneş panellerinin ölçülerine uygun olarak tasarlanırlar.

2. ( ) Metal taşıyıcı sistemler yere sabitlenmemiş hareketli sistemlerdir.

3. ( ) Metal imalatında projede belirtilen ölçülere uygun imalat yapılması gerekmez**.**

4. ( ) Metal aksamların kaynak yerlerinin kaynak öncesi ve sonrası temizliği çoğu zaman kaynağın en önemli işlemlerinden biridir.

5. ( ) Metal taşıyıcı sistemin bir diğer yükü de yağmur sularının özgül ağırlıklarıdır.

6. ( ) Çalışma ortamının güvenlik tedbirlerine uygun olarak düzenlenmesi muhtemel iş kazalarını önceden engellemiş olmaktadır.

7. ( ) Geri dönüşüm ön planda tutularak malzemenin cinsine göre ayrılıp geri kazanımı sağlanmalıdır.

8. ( ) Güneş panellerini taşıyan konstrüksiyonların yönü kuzeydoğuya doğru yerleştirilir.

9. ( ) Metal taşıyıcı sistemlerde panellerin konstrüksiyona montajının yapıldığı raylar kullanılmaktadır.

10. ( ) Metal konstrüksiyonun birleştirmelerinde tel kullanılmaktadır.

11. ( ) Metal taşıyıcı sistemlerde panellerin ve metal sistemin montajında kullanılan bir başka eleman da kanal somunudur.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–4

AMAÇ

Güneş panellerini iskelet üzerine monte etmeyi yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Güneş panelleri ölçülerini araştırınız.
- Panel montajında kullanılan bağlantı elemanlarına ait bir kataloğu internetten araştırınız.

4. PANELLERİ İSKELETE MONTE ETME

4.1. Panelleri Profil Üzerine Serme

Güneş enerjisi santrali kurulumunda panellerin üzerine yerleştirileceği metal taşıyıcılar (konstrüksiyon), güneşten en fazla enerji alacak şekilde panel yüzey yönü ve açısı ayarlanarak konumlandırılmıştı. Tüm bunlardan sonra projeye uygun seçilmiş olan güneş panelleri dikkatli bir şekilde montajı yapılacak konstrüksiyon üzerine yerleştirilmelidir. Güneş panellerinin rüzgar yükü, kar yükü ve kendi özgül ağırlıkları sistemi olumsuz etkileyip zarar görmemeleri için konstrüksiyon üzerine uygun ekipmanlar kullanılarak montajı yapılmalıdır. Montaj esnasında panellerin düzgün bir hizada olması gerekir(Resim 4.1).

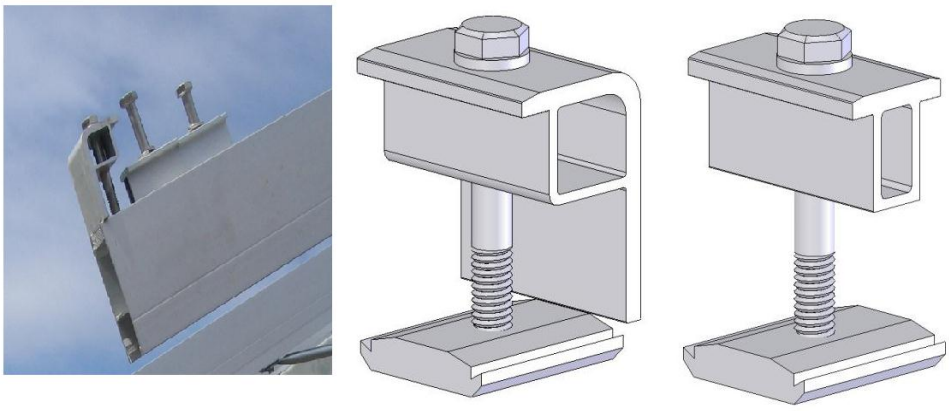
Resim 4.1: Güneş panellerinin dizilmesi esnasında aynı hizada tutulması

Güneş panelleri konstrüksiyon üzerinde ilk sıra düzgün bir şekilde sıralanıp sabitlendikten sonra diğer üst sıraya geçilir. Sabitleme esnasında sonlandırıcı sabitleme elemanı ile paneller arasında ise ara sabitleme elemanı kullanılır.

Resim 4.2: Güneş panellerinin profiller üzerine serilmiş hali

4.2. Bağlayıcılar ile Panelleri Sabitleme

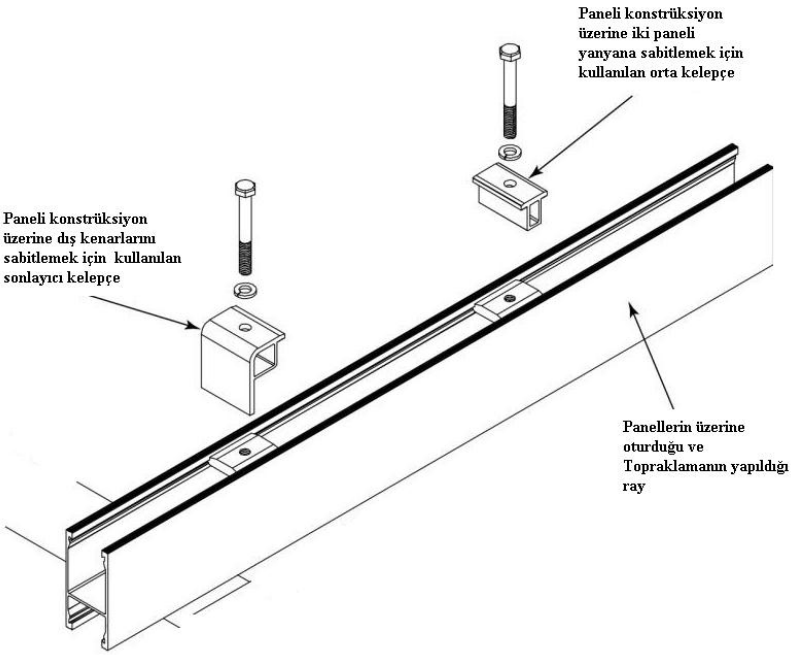
Panellerin konstrüksiyon üzerinde sabitlenirken bağlayıcı veya sabitleyici elemanlar kullanılır. Bu bağlantı elemanları sonlandırıcı ve orta sabitleyici eleman(kelepçe) olarak iki şekildedir.



Şekil 4.1: Sonlandırıcı ve ara sabitleme bağlantı elemanları

Panellerin arasında kullanılan ara bağlantı elemanları veya kelepçeleri çok iyi şekilde monte edilmelidir. Bunun için uygun el aletlerinin kullanılması ve uygun torkta vidaların sıkılması sağlanmalıdır. Montaj da bağlantı boşlukları tekrar sıkılma işlemi yapılarak alınmalıdır. Bu durum rüzgâr kuvvetlerine karşı sistemin dayanımını arttıracaktır.

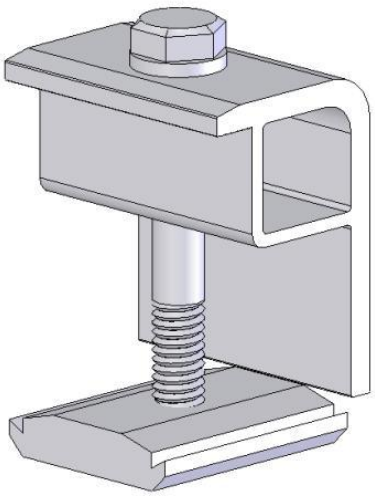
Resim 4.3: Panel arasında kullanılan ara bağlantı elemanı (kelepçesi) nın sıkılma işlemi



Şekil 4.2. Güneş panelinin ray üzerine montaj elemanları

4.3. Sonlandırıcı ile Panelleri Sabitleme

Güneş panelleri taşıyıcı metal sistem üzerine dizildikten sonra taşıyıcı raylarının sonrasında sabitlenir. Sabitleme esnasında değişik şekillerde sabitleme elemanı ya da diğer bir deyişle sonlandırıcı sabitleme kelepçeleri kullanılmaktadır. Resim 4.4'te sonlandırıcı sabitleme elemanı görülmektedir.

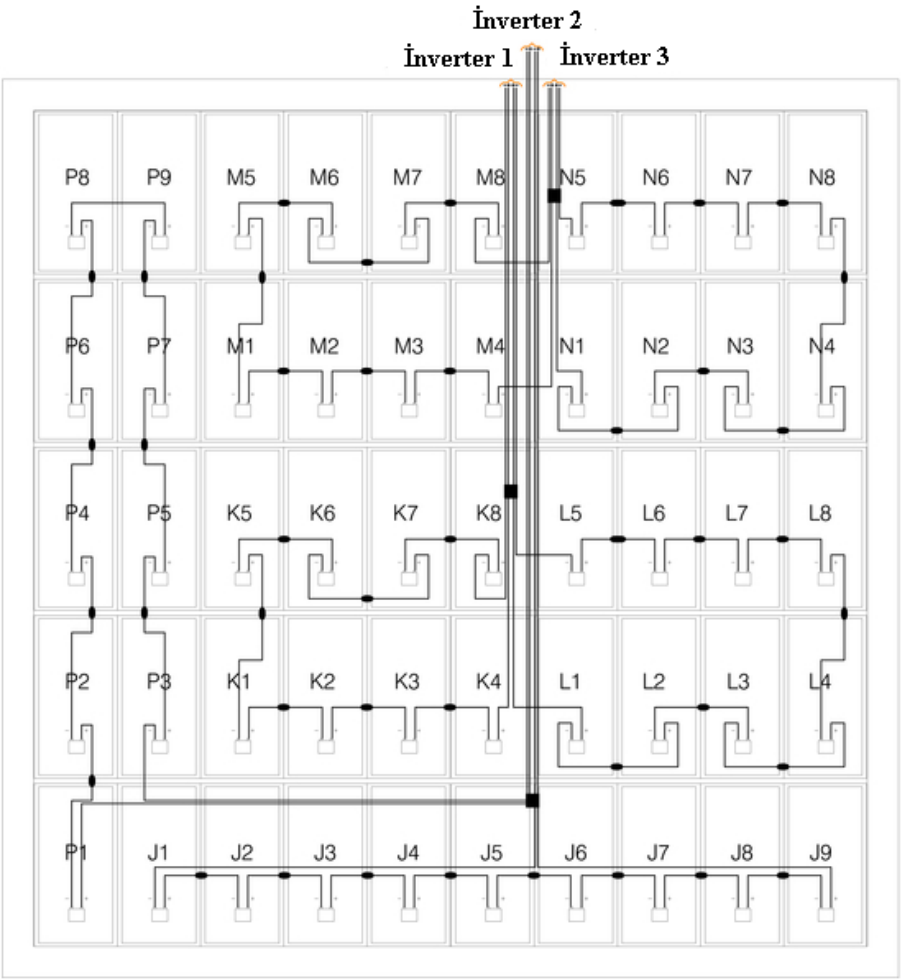


Resim 4.4 : Sonlandırıcı sabitleme elemanı

4.4. Elektrik Projesine Göre Panellerin Geçiş Bağlantılarını Yapma

Taşıyıcı metal sistemin montajından sonra paneller metal taşıyıcı sistem üzerindeki raylar üzerine düzgün bir şekilde sıralanarak bağlantı elemanları ile sabitlenir. Bütün bu mekanik işlemlerden sonra panellerin elektriksel bağlantılarına sıra gelmektedir. Panellerin bağlantıları projede belirtilen şekilde takip edilerek yapılması gerekir.

Bildiğiniz gibi güneş modülleri farklı seviyede gerilim ve akımı elde edebilmek için birbirine gruplar halinde seri ve paralel olarak bağlanır. Bağlantının biçimi sistemin hedeflenen gücüne ulaşmak için projelendirme esnasında yapılır. Projeye göre sıralanan güneş panelleri bu plana göre birbirlerine bağlanır. Şekil 4.3'te 3 Eviriciye (İnverter) bağlanacak olan güneş panellerinin kendi aralarındaki bağlantı şeması verilmektedir.



Şekil 4.3: Paneller arası bağlantı şeması

Bağlantı için solar sistemlerde kullanılan solar kablolar ve konektörler veya soketler kullanılır (Resim4.5).

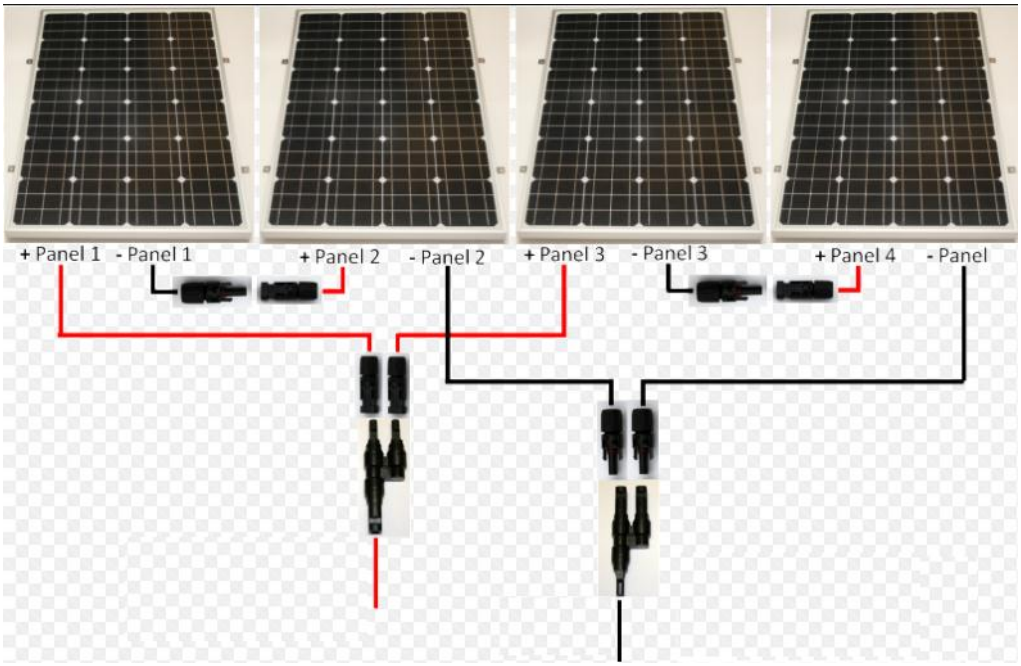
Resim 4.5: Solar kablo soketleri

Güneş panelleri projede belirtilen şekilde birbirlerine bağlanır. Bağlantı kablolarına soketler takıldıktan sonra bağlantı işlemi yapılır. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli husus panellerin gün ışığında olduğu ve bağlantı esnasında enerji üretiyor olmasıdır. Bu da can güvenliği açısından önemli bir durumdur. Enerji altında çalışıyor olmak tehlikeli bir durumdur. Bunun önüne geçmek için bazen panellerin üzeri örtülmekte ve ışıkla teması kesilmektedir. Yalnız bu durum çok büyük santraller için mümkün olmamaktadır. Bu yüzden bu tür tesislerde bağlantı yapılırken dikkatli davranmalı ve uygun yalıtkan malzemeler kullanılmalıdır. Resim 4.5'te paneller arası kablo bağlantısı görülmektedir.

Resim 4.6: Paneller arası kablo geçişleri

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda verilen panel bağlantısını yapınız.



İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Devrede kullanılacak erkek ve dişi soketleri seçiniz.	Soketlerin sağlam olduğuna ve doğru sayıda olmasına dikkat ediniz.
➢ Bağlantıda kullanılacak solar kabloyu yeterli uzunlukta kesiniz.	➢ Pozitif - negatif uçlar için farklı renkte seçim yapınız. Kablo kesme için solar kablo kemse aletini kullanınız.
➢ Kablo uçlarını soyarak soketleri soyulan kablo uçlarına takınız.	➢ Solar kablo soyma pensesini kullanınız. ➢ Gerekli uzunlukta olacak şekilde kabloyu soyunuz. ➢ Konnektör talimatına uygun şekilde bağlantıyı yapınız.
➢ Şemada gösterildiği gibi paneller arasındaki bağlantıyı dikkatlice yapınız.	➢ Soketlerin sağlam bir şekilde birbirine geçtiğini kontrol ediniz.
➢ Devre uçlarını voltmetre ile ölçerek açık devre gerilimini ölçünüz.	➢ Ölçü aletini gerilim kademesine ve doğru akım ölçme ayarına getiriniz. ➢ İstenen değerleri elde ettiğinizi kontrol ediniz.
➢ Devre uçlarına ampermetreyi bağlayarak o anki kısa devre akımını ölçünüz.	➢ Ölçü aletinizi akım kademesinde ve doğru akım ölçme ayarına getiriniz. ➢ Bağlantılarınızı kontrol ediniz. ➢ Güvenlik tedbirlerini alınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

	Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1	Doğru soketleri seçebildiniz mi?		
2	Solar kabloyu uygun uzunlukta kesebildiniz mi?		
3	Solar kabloyu soyup soketlere takabiliyor musunuz?		
4	Devre şemasını takip ederek panel geçiş bağlantısını yapabiliyor musunuz?		
5	Gerekli ölçümleri yapıp devrenin çalıştığını test edebiliyor musunuz?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki ifadeleri dikkatlice okuyarak boşlukları doğru bir şekilde tamamlayınız.

1. Bildiğiniz gibi güneş modülleri farklı seviyede gerilim ve akımı elde edebilmek için birbirine gruplar halinde …… olarak bağlanır.

2. Güneş panellerinde kullanılan solar kablolar sisteme …… veya …… yardımı ile bağlanır.

3. Güneş panelleri taşıyıcı metal sistem üzerine dizildikten sonra sonlarında …….. sabitleme elemanı sabitlenir.

4. Panellerin konstrüksiyon üzerinde sabitlenirken …… veya …….. elemanlar kullanılır.

5. Bu bağlantı elemanları ……. ve …… sabitleyici eleman(kelepçe) olarak iki şekildedir.

6. Güneş panellerini taşıyan metal taşıyıcılar …… yükü, …….. yükü ve panellerin …… etkisi altındadırlar.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve boşlukları doğru şekilde doldurunuz.

1. Yeryüzüne düşen güneş ışığı, ……. ya da …… şekilde olmaktadır.

2. Bu toplam ışınıma …… …… veya toplam ışınım denir.

3. Işınım açısını belirlemek için ise …… çizdiği yörüngenin bilinmesi gerekmektedir.

4. Bir güneş panelinden en yüksek düzeyde enerji elde edilmesi için güneş ışınlarının panel yüzeyine …… ile gelmesi gerekir.

5. Güneş panellerini taşıyan konstrüksiyonun yönü yanlış monte edilirse panellerden elde edilen enerjide …… olacaktır.

6. Güneş panellerinde kullanılan solar kablolar sisteme …… veya …… yardımı ile bağlanır.

7. Güneş panelleri taşıyıcı metal sistem üzerine dizildikten sonra sonlarında …….. sabitleme elemanı sabitlenir.

8. Panellerin konstrüksiyon üzerinde sabitlenirken …… veya ……..... elemanlar kullanılır.

Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

9. ( ) Metal aksamların kaynak yerlerinin kaynak öncesi ve sonrası temizliği çoğu zaman kaynağın en önemli işlemlerinden biridir.

10. ( ) Metal taşıyıcı sistemin bir diğer yükü de yağmur sularının özgül ağırlıklarıdır.

11. ( ) Çalışma ortamının güvenlik tedbirlerine uygun olarak düzenlenmesi muhtemel iş kazalarını önceden engellemiş olmaktadır.

12. ( ) Geri dönüşüm ön planda tutularak malzemenin cinsine göre ayrılıp geri kazanımı sağlanmalıdır.

13. ( ) Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üreten foto-voltaik sistemler, kurulum yeri ve kurulum alanı sebebi ile yıldırım düşme tehlikesi riski taşır.

14. ( ) 100 volt dc gerilimden daha fazla bir gerlim üreten fotovoltaik sistemler mutlaka topraklanmalıdır.

15. ( ) Foto-voltaik sistemlerin bozulmasındaki en büyük etken genellikle yıldırım düşmesi sonucunda oluşan yüksek gerilimdir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	Ankraj
2	Hava akımına
3	Basınç
4	Rüzgar
5	Konstrüksiyon
6	Doğrudan (direkt ışınım) Yayılmış (Diffüz Işınım)
7	Global ışınım
8	Güneşin
9	Dik bir açı
10	Kayıplar

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	Y
3	D
4	Y
5	D
6	Y
7	D
8	Y
9	D
10	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	Y
3	Y
4	D
5	Y
6	D
7	D
8	Y
9	D
10	Y
11	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Seri ve paralel
2	Konnektörler
3	Sonlandırıcı
4	Bağlayıcı, sabitleyici
5	Sonlandırıcı, orta
6	Rüzgar, kar, özgül ağırlıkları

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğrudan (direkt ışınım) Yayılmış (diffüz ışınım)
2	global ışınım
3	güneşin
4	dik bir açı
5	kayıplar
6	konnektörler
7	sonlandırıcı
8	bağlayıcı, sabitleyici
9	D
10	Y
11	D
12	D
13	D
14	Y
15	D

KAYNAKÇA

- SCHLETTER, **“Professional Solar Mounting System, Ground Mounting Systems”,**
- KAZDALOĞLU A. ÇAKIR, B. DEMİR, M. GÜNEROĞLU, A. ÖZDEMİR, Ş. UÇAR, M. “**Fotovoltaik Elektrik Üretim Sistemlerinde Kullanılan Çok Seviyeli Eviricilerin İncelenmesi**”, 4. Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu, Kocaeli, 12-13 Mayıs 2011.
- “**Open Area System**”
- MEGEP, Yenilenebilir Enerji Teknolojileri Alanı, “**Analog Devre Elemanları Modülü**”, Ankara, 2012.
- MEGEP, Elektrik Elektronik Teknolojileri Alanı, “**Açık Alanlarda Güneş Panel Sisteminin Kurulması Modülü**”, Ankara, 2012.
- MEGEP, Elektrik Elektronik Teknolojileri Alanı, “**Sehpa Üzerine Panellerin Montajı Modülü**”, Ankara, 2012.
- MEGEP, Elektrik Elektronik Teknolojileri Alanı, “**Sistem Topraklamaları Modülü**”, Ankara, 2012.
- “**Fıeld Inspectıon Guıdelınes** F o r p v s y s t e m s”, **Interstate Renewable Energy Council ,Version 1.1 / June 2010.**